

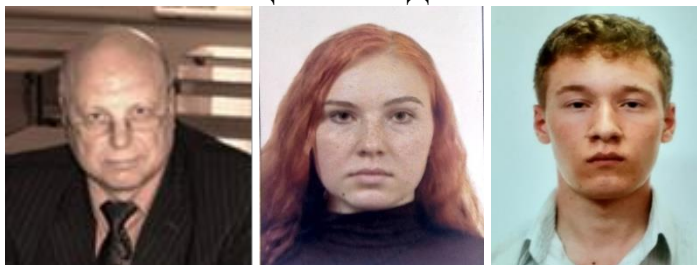
ЭКОЛОГИЯ

УДК 665.7 (581.5)

Л.А. Чернышев, Т.А. Старцева, Д.Ю. Михайленко

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

**ПЕРЕРАБОТКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН - СНИЖЕНИЕ ВРЕДНОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**



Ключевые слова: *окружающая природная среда, отработавшие автомобильные шины, переработка, регенерация, пиролиз, утилизация, экологическая проблема.*

Рассматриваются актуальные вопросы по проблеме экологической безопасности отработавших автомобильных шин и существующие возможности их дальнейшей переработки и утилизации, а также современное решение данной экологической проблемы.

L.A. Chernyshev, T.A. Startseva, D.Y. Mikhailenko

**PROCESSING OF CAR TIRES – DECREASE IN HARMFUL EFFECTS ON
THE ENVIRONMENT**

Key words: *the surrounding environment, the fulfilled car tires, processing, regeneration, pyrolysis, utilization, environmental problem.*

A discussion of current issues on the environmental safety of spent tires and the existing possibilities of their further processing and utilization, as well as a modern solution to the environmental problem.

Чернышев Леонид Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заслуженный деятель науки и техники, доцент кафедры экономики и экономической безопасности Уральского государственного лесотехнического университета (Екатеринбург). Тел.: +7-922-125-01-50; e-mail: chernleo@mail.ru

Chernyshev Leonid Aleksandrovich - candidate of engineering sciences, is a senior staff scientist, honoured worker of science and technique, associate professor of department of economy and economic security of the Ural State Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: +7-922-12-01-50; e-mail: chernleo@mail.ru

Старцева Татьяна Александровна – студент 4 курса Института автомобильного транспорта и технологических систем УГЛТУ (Екатеринбург). Тел.: +7-953-002-87-53; e-mail: Jeylin-95@mail.ru

Startseva Tatiana Aleksandrovna – student of the 4rd course of the Institute of road transport and technological systems of the Ural Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: +7-953-002-87-53; e-mail: Jeylin-95@mail.ru

Михайленко Даниил Юрьевич - студент 4 курса Института автомобильного транспорта и технологических систем УГЛТУ (Екатеринбург). Тел.: +7-962-316-92-37; e-mail: daniilmihajlenko@gmail.com

Mikhailenko Daniil Yurievich - student of the 4th course of the Institute of road transport and technological systems of the Ural Forest Engineering University (Yekaterinburg). Phone: +7-962-316-92-37; e-mail: daniilmihajlenko@gmail.com.

Экологическая проблема в России продолжает набирать обороты. Переработка и утилизация отработавших автомобильных шин является актуальной задачей экологической защиты окружающей среды.

Ежегодно парк автомобилей стремительно растёт - в два раз быстрее, чем прирост населения, и численность его в мировом масштабе приближается к миллиарду. Данное состояние автопарка во многих развитых странах приводит к постоянному накоплению отработавших автомобильных шин, которые являются одним из самых массовых отходов потребления и загрязнения окружающей среды (**рис. 1**). Особенно важно в этом вопросе то, что современные технологии дают возможность разумного дальнейшего использования отработавших автомобильных шин, тем более, что тема хранения и переработки отходов имеет решение.

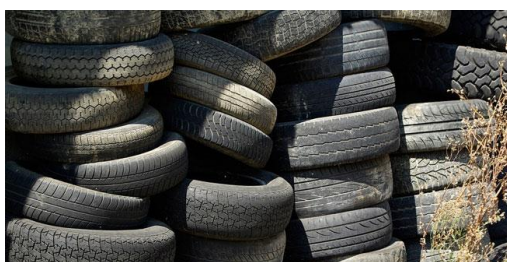


Рис.1. Отходы потребления автопрома

гической задачи.

Цель и задачи исследования: обозначить существующие экологические проблемы отходов отработавших автомобильных шин и возможности их переработки, а также рассмотреть и выделить современные решения данной экологической задачи.

Состояние вопроса негативного влияния шин на окружающую среду.

Ежегодно во всем мире общий объем отработавших шин увеличивается на 10-15 млн. т, а перерабатывается всего около 20% от их числа. Утилизация и переработка автошин - одна из самых болезненных экологических проблем нашего времени. Отслужившая свой век автошина - это коммунальные отходы наивысшего класса опасности. При сжигании шин образуется широкая гамма токсичных соединений, кроме того образуются такие вредные вещества, как монооксид и диоксид углерода, бензопирен, фуран, окислы серы и азота, сажа и ряд других канцерогенных соединений, которые создают угрозу и для окружающей среды, и для здоровья человека. Сжигание резины не спасает от загрязнения окружающую среду, даже если это производится на специальных заводах, поскольку уловить выделяемые вредные вещества очень сложно (<https://www.ural.kp.ru/daily/26814/3850576/>).

Шины, выброшенные на свалку, разлагаются в естественных условиях около ста пятидесяти лет. Контакт шин с дождевыми осадками и грунтовыми водами приводит к вымыванию целого ряда токсичных органических соединений: дифениламина, дибутилфталата, фенантрена и прочих канцерогенов. Однако, наша планета в отличие от шин «не резиновая», поэтому от таких действий окружающую природную среду следует постоянно защищать. Заметим, что с 1 января 2019 года захоронение автошин стало незаконным (Распоряжение Правительства РФ от 25 июля 2017г. №1589-р).

Высокая экологическая опасность автошин обусловлена, с одной стороны, токсическими свойствами применяемых при их изготовлении материалов и содержащихся в них примесей, а с другой стороны - свойствами более сотни химических веществ, выделяющихся в окружающую среду при эксплуатации, обслуживании, ремонте и хранении. Выделяющиеся из автомобильных шин химические вещества, твердые продукты истирания протектора оказывают негативное влияние на окружающую среду и здоровье людей.

Из всего многомиллионного количества изношенных шин только 23 % находят применение при сжигании с целью получения энергии, механическом и криогенном

измельчении, пиролизе и т. д., а остальные 77 % никак не утилизируются ввиду отсутствия рентабельного способа утилизации. Изношенные шины образуются и накапливаются в автохозяйствах, промышленных предприятиях, предприятиях шиномонтажа и автосервиса, а также в частном секторе.

Современное состояние утилизации шин. По результатам данных Научно-исследовательского института шинной промышленности (НИИШП) в России ежегодно выходит из эксплуатации более 1 млн. т автошин, и только ничтожная их доля перерабатывается, а остальное количество оказывается на несанкционированных свалках, в оврагах и пригородных лесах, отягощая и без того тяжёлую экологическую обстановку в стране.

Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды, поскольку:

- шины не подвергаются биологическому разложению;
- они огнеопасны, и в случае возгорания погасить их достаточно трудно, а при горении в воздух выбрасываются вредные продукты, в том числе, канцерогены;
- при складировании шины служат идеальным местом для размножения грызунов и кровососущих насекомых, переносчиков инфекционных заболеваний.

Переработка автомобильных шин.

Отработавшая шина представляет собой ценное вторичное сырьё, содержащее резину, технический углерод и высококачественный металл. Экономически эффективная переработка автомобильных шин позволит не только решить экологические проблемы, но и обеспечить высокую рентабельность перерабатывающих производств (Иванов, Сурикова, 2010).

Стадия переработки автомобильной шины состоит из четырех последовательных уровней:

- проведение капитального ремонта шины;
- разборка шины;
- рециклирование материалов;
- утилизация шины.

Капитальный ремонт шины заключается в восстановлении изношенного рисунка протектора. Восстановление шин является важным источником экономии продуктов переработки нефти - каучуков, корда, технического углерода и ряда химикатов. При этом, к качеству восстановленных шин предъявляют те же требования, что и к новым. Технология восстановления включает такие операции, как приёмка; срезка старого протектора и подготовка поверхности; обработка и ремонт местных повреждений; наложение нового протектора; вулканизация покрышки. Резина как конструкционный материал шин выходит из эксплуатации с незначительными структурными изменениями.

Однако, несмотря на постоянное увеличение мощностей шиноремонтных заводов и повышение качества ремонта, количество автошин, не подвергающихся ремонту, постоянно растёт (Корнев и др., 2009). Особую сложность при переработке и утилизации автошин представляет технологический процесс разборки шин в высокоэластичном состоянии с последующим получением резиновой крошки. Схема технологического процесса переработки шин показана на **рис. 2**.

Этот процесс можно разбить на следующие стадии:

1. Сортировка шин по типоразмеру с учётом массы покрышки и диаметра бортового кольца, а также удаление видимых минеральных и металлических включений.
2. Отделение бортового кольца – для этого шина предварительно устанавливается в специальный станок.
3. Шину с удалённым бортовым кольцом помещают в станок для нарезки полос - по спирали шину разрезают на ленты шириной 3-5 см.



Рис. 2. Технологический процесс переработки шин

4. Полосы из шин помещают в станок для нарезки заготовок (чипсов), после чего полученные заготовки передаются на ленточный транспортёр.

5. Разделение на составляющие - чипсы подаются в зазор валцов, где сырьё проходит стадию измельчения. Измельчение осуществляется за счёт высокого давления в зоне сжатия при различных скоростях вращения валков. После чего полученная смесь переходит на ленточный транспортёр.

6. С помощью магнитного сепаратора производят сепарацию: при помощи вибрации и воздействия магнитных полей осуществляется отделение и извлечение металла из общей массы, состоящей из резины, металла и текстиля. Далее разделяются текстиль и резина. Посредством ковшового транспортёра смесь резины и текстиля подают в воздушно-сепарационный комплекс, где с помощью магнитных ловушек отделяются остатки металла. Отделение текстильного корда от резины происходит за счёт сильных вихревых потоков, вибрации и системы фильтров.

7. Разделение на фракции - очищенная резиновая крошка с помощью шнекового транспортёра перемещается на вибросито. Для того чтобы разделить её на четыре разноразмерные фракции, используют вибрацию и сетки с разной величиной ячеек. Каждая фракция отгружается в определённую тару. Некондиционная резиновая крошка (не соответствующая заданным размерам) и крупный текстильный корд возвращаются в измельчитель с помощью ленточного транспортёра. Удалённые бортовые кольца измельчаются до размеров резиновой крошки отдельно, в станке для удаления металлокорда.

Кроме того, получение резиновой крошки из изношенных шин возможно путём дробления криогенным способом с использованием в качестве хладагента жидкого азота (Осошник и др., 2007).

Спектр применения резиновой крошки достаточно широк:

- в строительных компаниях по производству резиновой плитки или кровли;
- в производстве смеси асфальтобетона для дорог; считается, что смеси с добавлением резиновой крошки более износостойкие, особенно зимой, а также более экологичные;
- в производстве спортивного покрытия для тренировочных полей и детских площадок;
- в производстве шин;

- на обувных фабриках;
- в производстве сантехники и др.

Новинки плиточной продукции от переработанных автошин являются интересными не только дизайнерам и строителям, но и экологам, так как это травмобезопасный, экологически чистый и эстетически привлекательный материал, из которого можно изготовить эффектное, мобильное, быстро монтирующееся резиновое покрытие со сроком службы не менее 20 лет.

Переработка отработавших шин сжиганием является наиболее простым методом, который получил развитие в связи с ростом дефицита нефтяного сырья и позволяет получить значительное количество тепловой энергии ввиду высокой теплотворной способности резины (30-33 тыс. кДж/кг). По опубликованным данным, сжигание 30 тыс. т шин позволяет сэкономить 20 млн. л нефти.

Регенерация изношенных шин является наиболее распространённым способом переработки и использования старой резины под действием комплекса химических, физико-химических и механических процессов, в основе которых лежит термоокислительная деструкция набухших вулканизатов. В технологии регенерации резины используют три способа аппаратного оформления – автоклавный, паровой и термомеханический. Сохраняющаяся в регенерате сетчатая структура вулканизата снижает прочность совулканизации его с каучуком и повышает микронеоднородность резины, что ограничивает его применение второсортными изделиями и приводит к сокращению его потребления. Ожидается рост его производства при переходе на бутилрегенерат из ездовых камер и диафрагм и порошковый регенерат диспор. Улучшает качество регенерата химическая модификация добавками малеиновой кислоты, её эфиров, смеси полиэтилена с уротропином и других. На Чеховском регенератном заводе работают над получением дисперсионного порошкового регенерата (диспора) и водных дисперсий резины путём механической обработки смеси резиновой крошки с добавками активаторов регенерации (Гришин, 2001).

Высокотемпературная деструкция изношенных шин лежит в основе интересной технологии переработки, разработанной физиками-ядерщиками из Обнинска Калужской области (Физико-энергетический институт имени А. И. Лейпунского): отработанные покрышки загружают в ёмкость и заливают жидким свинцом. Жидкий металл – отличный теплоноситель, поэтому весь процесс переработки одной партии покрышек занимает не более одного часа (<https://www.ural.kp.ru/daily/26814/3850576/>).

Технология пиролиза востребована во многих странах. В специальных герметичных ёмкостях при ограниченном доступе кислорода резина нагревается до 450 - 650 градусов, но не горит. Вредные соединения разлагаются, не загрязняя атмосферу. Ущерб окружающей среде нет. Но если на Западе процесс утилизации покрышек занимает от 8 до 12 часов и отнимает массу энергии, то российским ученым удалось его существенно упростить, заменив газ на жидкий металл.

Опытная установка по переработке резины очень проста по своему устройству: два мощных герметичных бака, которые можно перевезти в кузове грузовика. Технология позволяет переработать в сутки до 1000 кг использованных покрышек. Одна установка может окупиться за год.

В процессе переработки получают четыре основных продукта. Первый – металлокорд, который сдают в металлолом. Второй – пиролизный газ, аналог природного газа. Его можно использовать для обогрева самой установки, в которой утилизируются шины. Третий продукт – технический углерод, сырьё для производства черного пигмента красок. И наконец, четвертый, наиболее ценный – пиролизная жидкость, близкая по своему составу к синтетической тяжелой нефти или мазуту.

Пиролиз в жидком металле преподнес технологам неожиданный подарок: ценное вещество – лимонен. Это отличный органический растворитель, который обычно

производят из лимонов. Вещество безопасно для здоровья человека, поэтому широко применяется при производстве моющих веществ, а больше всего высокочистый лимонен востребован в парфюмерии. При переработке 1000 кг покрышек можно получить до 60 - 90 кг лимонена, стоимость которого выше, чем стоимость покрышки, и поэтому установки по утилизации резины окупаются чрезвычайно быстро. Полученную технологию пиролиза можно использовать и при утилизации других продуктов: от тины, которая образуется в очистных сооружениях, до отходов производства бумаги. Особая заслуга в этом принадлежит обнинским ученым, которые разработали новую технологию утилизации резины без загрязнения окружающей среды. Переработка автошин постепенно превращается из экологической угрозы в высокодоходный бизнес.

Выводы

Не подлежащие ремонту отработавшие автошины - отходы потребления, являются ценным вторичным сырьём. Однако сегодня изношенные шины массово хранятся на земле и под водой, и с годами выделяемые ими вещества наносят вред окружающей среде. Они пожароопасны, а продукты их неконтролируемого сжигания опасны для окружающей среды и её обитателей. Поэтому захоронение отработавших автошин – это безвозвратная потеря ценных сырьевых ресурсов, и в перспективе это должно быть полностью исключено.

Переработка отработавших автомобильных шин охватывает большое разнообразие получаемых из них ценных изделий и материалов. Ассортимент изделий из отходов шинного производства насчитывает около 40 наименований, они применяются в строительстве автодорог, сельскохозяйственных и спортивных сооружений, в их числе рулонная кровля, техническая пластина, резиновая крошка. Наиболее широко применяемые изделия из отходов – листы кровельные (шифер), плиты для полов животноводческих помещений и покрытий спортивных сооружений. Большую группу составляют резиновые запчасти к автомобилям (брызговики, уплотнители, втулки и коврики) и товары народного потребления (накладки для лыж, резиновые ведра, резиновые шайбы и шпатели).

Список использованной литературы

Гришин Б.С. Основные направления развития шинной промышленности, роль качества материалов и технологии в повышении конкурентоспособности выпускаемой продукции // Каучук и резина. 2001. № 2. С. 6-12.

Иванов К.С., Сурикова Т.Б. Воздействие автомобильных шин на окружающую среду от добычи сырья до утилизации // Матер. международной научно-технической конфер. «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ», 2010. С. 63-68.

Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. М.: НППА «Исток», 2009. 504 с.

Осошник И.А., Шутилин Ю.Ф., Карманова О.В. Производство резиновых технических изделий / учебное пособие. Воронеж: ВГТА, 2007. 972 с.

Рецензент статьи: доктор технических наук, профессор кафедры автомобилестроения Уральского государственного лесотехнического университета Р.Н. Ковалев.